



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11220203 A**(43) Date of publication of application: **10.08.99**

(51) Int. Cl.

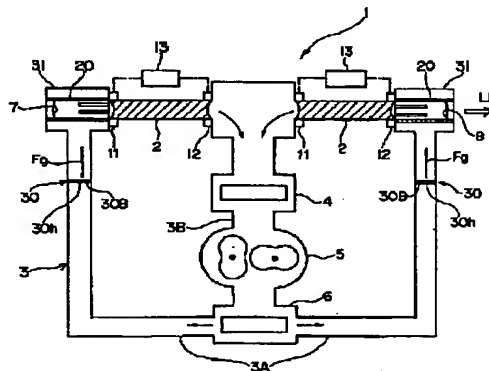
H01S 3/136
H01S 3/036
(21) Application number: **10023079**(22) Date of filing: **04.02.98**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **HAYASHIKAWA HIROYUKI**(54) **GAS LASER OSCILLATOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase and stabilize laser output by a method, wherein the distribution of the flow rate of laser gas in a discharge tube in the radial direction is uniformized for stabilizing the discharge.

SOLUTION: A gas laser oscillator provided with a discharge tube 2 comprising a part of the path of laser gas Fg, a blower 5 for feeding the laser gas Fg in the length direction of the discharge tube 2 as well as a circulation tubular body 3 assembled into the discharge tube 2 to constitute a circulation path of the laser gas Fg so as to excite the laser gas by causing discharging in the discharge tube 2, is further provided with a flow rotating means 20 driving the laser gas in the rotating direction on the right upper stream side as well as a flow rate control means 30 for increasing the flow rate of the laser gas Fg in a specified range near the axial core of the discharge tube 2 on the upper stream side of the flow rotating means 20 as the features thereof.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-220203

(43)公開日 平成11年(1999)8月10日

(51) Int Cl.⁸

識別記号

F I

H O 1 S 3/136
3/036

H O 1 S 3/136
3/03

J

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-23079

(22)出願日 平成10年(1998)2月4日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 林川 洋之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

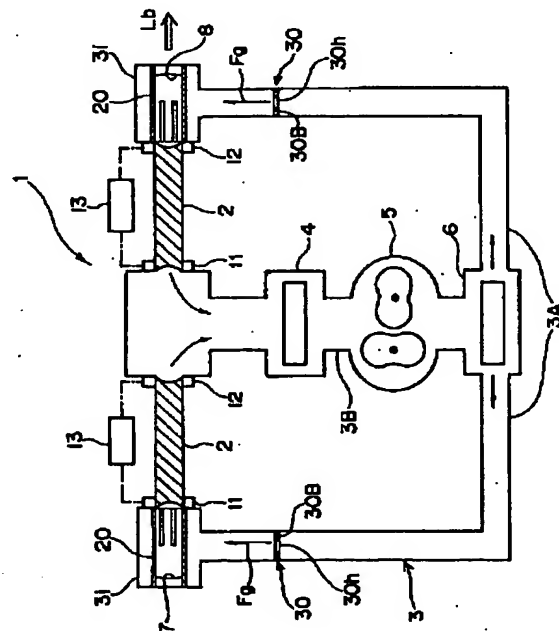
(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ガスレーザ発振装置

(57) 【要約】

【課題】 放電管内のレーザガスの流速の半径方向における分布を均一化して安定した放電を実現し、これによりレーザ出力の増大および安定化を図る。

【解決手段】 レーザガスFgの流路の一部を構成する放電管2と、該放電管2の長手軸方向にレーザガスFgを流すための送風機5と、放電管2と組み合わされてレーザガスFgの循環路を構成する循環管体3とを備え、上記放電管2内で放電を生じせしめることによってレーザガスFgの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置1であって、放電管2の直上流側においてレーザガスに旋回方向の運動力を与える旋回流形成手段20が設けられるとともに、該旋回流形成手段20の上流側に、放電管2の軸芯近傍の所定範囲におけるレーザガスFgの流速を高める流速調節手段30が設けられていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザガスの流路の一部を構成する少なくとも一つの放電管と、該放電管の長手軸方向にレーザガスを流すための送風機と、上記放電管と組み合わされてレーザガスの循環路を構成する循環管体とを備え、上記放電管内で放電を生じせしめることによってレーザガスの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置であって、

上記放電管の直上流側またはその近傍においてレーザガスに放電管の長手軸を中心にした旋回方向の運動力を与える旋回流形成手段が設けられるとともに、該旋回流形成手段の上流側に、上記放電管の軸芯近傍の所定範囲におけるレーザガスの流速を高める流速調節手段が設けられていることを特徴とするガスレーザ発振装置。

【請求項2】 上記流速調節手段は、中央部に所定内径の開口を有し、上記旋回流形成手段の上流側で上記循環管体の流路を仕切る隔壁体で構成されていることを特徴とする請求項1記載のガスレーザ発振装置。

【請求項3】 上記循環管体の内径Daと上記隔壁体の開口の内径Dbとが、 $0.5 < Db/Da < 0.7$ の関係を満たすことを特徴とする請求項2記載のガスレーザ発振装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ガスレーザ発振装置、特に、レーザガスの流路の一部を構成する放電管内での放電によってレーザガスの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、レーザビームを出力するためのガスレーザ発振装置として、レーザガスの流路の一部を放電管で構成し、この放電管内での放電によってレーザガスの励起を行うようにしたものは、一般に良く知られている。図5は、かかるタイプのガスレーザ発振装置の従来例（以下、これを従来例1という）の概略構成を表している。この図に示すように、従来例1に係るガスレーザ発振装置101は、レーザガスFgの流路の一部を構成する一対の放電管102と、これら放電管102の長手軸方向にレーザガスFgを流すための送風機105と、上記各放電管102と組み合わされてレーザガスFgの循環路を構成する循環管体103とを備えている。上記放電管102の両端側には一対の電極111、112が配置され、これら電極111、112間に高電圧電源装置113が配設されている。

【0003】 上記放電管102は誘電体で成り、高電圧電源装置113を作動させることにより、放電管102内において両電極111、112間に放電が生じる。そして、この放電によってレーザガスFgが励起され、全反射鏡107および部分反射鏡108を介して装置101の外部にレーザビームLbとして出力されるようになる。

この場合、より好ましくは、放電管102の長手軸とレーザビームLbの光軸とは、その方向が一致している。尚、符号114及び115は、循環路内（放電管102および循環管体103の内部）において、放電管102内での放電および送風機105の駆動エネルギー等により上昇したレーザガスFgの温度を下げるために設けられた熱交換機である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のように放電管102内での放電によってレーザガスFgの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置101では、レーザ出力の増大および安定化を図るためには、放電管102内のレーザガスFgの流速の半径方向における分布を均一化し安定した放電を実現することが極めて重要であることが知られている。しかしながら、レーザガスFgを普通に放電管102内に流した場合、放電管102内のレーザガスFgの流速の半径方向における分布は、流体の一般的な性質に従って、図6に示すように、管壁付近で流速が低く、管中央付近で流速が高くなる。流れのある流体中での放電は流速の低い部分に集中して生じ易い特性を有しているため、この場合には、図7に示すように、管壁側に偏った放電状態（図7における交差状の斜線部分参照）になってしまう。このため、高出力のガスレーザを安定して得ることは難しいという問題がある。

【0005】 この問題に対して、放電管内のレーザガスを旋回流とすることにより、流速を均一化させることが考えられている。図8および図9は、放電管内のレーザガスを旋回流とするための旋回流形成手段を備えたガスレーザ発振装置（以下、これを従来例2という）の放電管部を表している。この図に示すように、この従来例2に係るガスレーザ発振装置では、放電管102の直上流側に（具体的には、循環管体103の放電管102へのレーザガス導入部103iに）、放電管102内のレーザガスFgを旋回流とするための旋回流形成手段120が配置されている。

【0006】 この旋回流形成手段120は、図10～図12に示すように、全体としては所定内径の管状に形成され、その長さは上記レーザガス導入部103iの長さに略等しく設定されている。そして、放電管102に近い側の管壁に、旋回流形成手段120の内部と外部とを連通させる複数のスリット状の連通路120sが設けられている。従って、より好ましくは、レーザガス導入部103iに流入して来たレーザガスFgは、全てこの旋回流形成手段120を通して放電管102内に向かうことになる。

【0007】 この連通路120sは、旋回流形成手段120の軸心からずれた方向に向かって開口しており、この連通路120sを通して内部に流入するレーザガスFgには、図10～図12において実線矢印で示されるよ

うに、その長手軸を中心にした旋回方向の運動力が与えられるようになっている。上記旋回流形成手段120は、より好ましくは放電管102の内径に等しいか若しくはそれよりも小さい内径寸法を有し、レーザガス導入部103i内において該放電管102と同軸に配置されている。従って、この旋回流形成手段120を通して放電管102内に流入するレーザガスFgは、放電管102内を旋回しながら進行する。この結果、管壁付近の流速が管中央側に比して高められることになる。

【0008】上記旋回流形成手段120およびその連通路120sは、放電管102内を流れるレーザガスFgの流速について、旋回流形成手段120が設けられていない通常の場合におけるレーザガス流Fgの流速分布(図6参照)と打ち消し合うような流速分布を実現すべく、その寸法・形状等の選定が試みられるのであるが、実際には、放電管102内のレーザガス流Fgを旋回流としたことによる流速分布特性が強く表れ過ぎて、レーザガスFgの流速を高精度で均一化することは極めて難しいという難点があった。すなわち、旋回流形成手段120を設けた場合には、放電管102内の流速の半径方向における分布は、一般に、図8に示されるように、旋回流形成手段120が設けられていない通常の場合とは逆に、管壁付近が速くて管中央付近が遅くなり、その結果、図9に示されるように、管中央側に放電が集中する傾向が生じるのである。

【0009】このため、旋回流形成手段120の連通路120sの軸心からのズレ量や開口面積などを種々変更してレーザ出力特性を調べるなど、旋回流の最適化を図るべく様々な工夫が重ねられているが、やはり管壁付近の流速が速くなり過ぎる傾向を是正することは難しく、確かに、旋回流形成手段120が無い場合に比べれば、放電は広がりレーザ出力のある程度の増大は認められるものの、十分な高出力を安定して得ることはできないのが実情であった。

【0010】この発明は、上記技術的課題に鑑みてなされたもので、放電管内のレーザガスの流速の半径方向における分布を高精度で均一化して安定した放電を実現し、これによりレーザ出力の増大および安定化を図ることができるガスレーザ発振装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】このため、本願発明は、レーザガスの流路の一部を構成する少なくとも一つの放電管と、該放電管の長手軸方向にレーザガスを流すための送風機と、上記放電管と組み合わされてレーザガスの循環路を構成する循環管体とを備え、上記放電管内で放電を生じせしめることによってレーザガスの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置であって、上記放電管の直上流側またはその近傍においてレーザガスに放電管の長手軸を中心にした旋回方向の運動力を与える旋回流形

成手段が設けられるとともに、該旋回流形成手段の上流側に、上記放電管の軸芯近傍の所定範囲におけるレーザガスの流速を高める流速調節手段が設けられていることを特徴としたものである。かかる構成を採用することにより、管中央より管壁に至るまで極めて高精度で均一な流速分布を得ることができ、放電管内での放電も偏りのない均一なものとし、レーザ出力の増大および安定化を実現することができる。

【0012】この場合において、上記流速調節手段を、中央部に所定内径の開口を有し、上記旋回流形成手段の上流側で上記循環管体の流路を仕切る隔壁体で構成することが好ましい。これにより、比較的簡単な構成で流速調節手段を設けることができる。

【0013】また、この場合において、流速調節手段が設けられる循環管体の内径Daと上記隔壁体の開口の内径Dbとが、 $0.5 < Db/Da < 0.7$ の関係を満たすことが好ましい。このようにDb/Daの値を設定することにより、レーザ出力の増大を図るに際して特に著しい効果を奏することができる。ここに、上記Db/Daの値を0.7未満としたのは、Db/Daが0.7以上となると、循環管体の内径Daに対して流速調節手段の開口の内径Dbが大き過ぎ、管中央付近の流速を早める効果が薄くなり、レーザガス流速の半径方向における分布の均一性がその分だけ低くなり、放電の十分な均一化が実現できず、レーザ出力の増大効果がそれだけ低くなるからである。一方、上記Db/Daの値が0.5を超えるようにしたのは、Db/Daが0.5以下になると、循環管体の内径Daに対して流速調節手段の開口の内径Dbが小さ過ぎ、管中央付近の流速が遅くなり過ぎてしまい、やはりレーザガス流速の半径方向における分布の均一性が低くなり、放電の十分な均一化が実現できず、レーザ出力の増大効果がそれだけ低くなるからである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本実施の形態に係るガスレーザ発振装置の全体構成を概略的に表す説明図である。尚、このガスレーザ発振装置は、後述する旋回流形成手段および流速調整手段が設けられている点を除いては、上述の従来例1(図5参照)で説明したものと、基本的には同一の構成を有するものである。上記図1に示すように、本実施の形態に係るガスレーザ発振装置1(以下、適宜、単に装置と略称する。)は、レーザガスFgの流路の一部を構成する一対の放電管2と、これら放電管2の長手軸方向にレーザガスFgを流すための送風機5と、上記各放電管2と組み合わされてレーザガスFgの循環路を構成する循環管体3とを備えている。該循環管体3は、全体として左右対称に形成され、各放電管2の一端側に連結された一対の略L字状の管体3Aと、各放電管2の他端側に連結された中央の管体3Bとで構成されており、上記送風機5は中央の管体3B

の途中部に配設されている。また、上記各放電管2の両端側には一対の電極11, 12が設けられ、これら電極11, 12間に高電圧電源装置13が配設されている。

【0015】上記放電管2は誘電体で成り、上記高電圧電源装置13を動作させることにより、放電管2内において両電極11, 12間に放電が生じる。そして、この放電によってレーザガスFgが励起され、全反射鏡7および部分反射鏡8を介して装置1の外部にレーザビームLbとして出力されるようになっている。この場合、より好ましくは、放電管2の長手軸とレーザビームLbの光軸とは、その方向が一致している。尚、上記ガスレーザ発振装置1では、レーザガスの循環路内（放電管2および循環管3の内部）は、送風機5によってレーザガスが循環させられており、放電管2内での放電および送風機5の駆動エネルギー等により上昇したレーザガスの温度を下げるために、熱交換機4及び6が放電管2の下流側および送風機5の下流側にそれぞれ配置されている。

【0016】図2および図3に示すように、本実施の形態に係るガスレーザ発振装置1では、上記各放電管2の直上流側またはその近傍（具体的には、循環管3の放電管2へのレーザガス導入部3i）においてレーザガスFgに放電管2の長手軸を中心にした旋回方向の運動力を与える旋回流形成手段20が設けられている。そして、本実施の形態では、これに加えて、該旋回流形成手段20の上流側に、放電管2の軸芯近傍の所定範囲におけるレーザガスFgの流速を高める流速調節手段30が設けられている。

【0017】上記旋回流形成手段20は、従来例2（図8～図12参照）において符号120で説明したものと同様のもので、レーザガス導入部3iの長さと同程度の長さを有し、放電管2に近い側には、旋回流形成手段20の軸心からずれた方向に向かって開口したスリット状の連通路20sが設けられている。そして、この連通路20sを通して内部に流入するレーザガスFgには、その長手軸を中心にした旋回方向の運動力と与えられるようになっている（図10～図12における実線矢印参照）。上記旋回流形成手段20は、より好ましくは放電管2の内径に等しいか若しくはそれよりも小さい内径寸法を有し、レーザガス導入部3i内において該放電管2と同軸に配置されている。従って、この旋回流形成手段20を通して放電管2内に流入するレーザガスFgは、放電管2内を旋回しながら進行する。この結果、管壁付近の流速が管中央側に比して高められることになる。尚、この旋回流形成手段20の構成および作用は、上述のように、従来例2で説明したもの（符号120）と同一である。

【0018】また、上記流速調節手段30は、中央部に所定内径Dbの開口30hを有し、上記旋回流形成手段20の上流側で循環管3の流路を仕切る例えば円板状の隔壁体30Bで構成されている。すなわち、本実施の

形態では、中央に開口30hを有する円板30Bを循環管3の内部に取り付けるだけの簡単な構成で流速調節手段30を設けることができる。この流速調節手段30を設けることにより、開口30hを通過するレーザガスFgは、その流路が一旦狭められ、その後すぐに広げられることになる。これにより、流速調節手段30通過直後のレーザガスFgの流速分布は、隔壁体30Bによって遮られることなく開口30hを通る管中央付近は極端に速く、一方、隔壁体30Bによって遮られた管壁付近は極端に遅くなる。

【0019】次に、このような管中央付近の流速が極端に速い流速分布の状態、レーザガスFgが旋回流形成手段20へと導入されると、旋回方向の運動力を与えられたレーザガスFgの流速分布は、管壁付近の流速が早められ、管中央付近の流速は遅くなるが、上流側の流速調節手段30で与えられた流速分布が、もともと管中央の流速が極端に速い流速分布であったため、旋回流形成手段20で与えられる流速分布と打ち消し合って結果的にバランスがとれ、管中央より管壁に至るまで、極めて高精度で均一な流速分布を持つ流れが形成される。この結果、放電管2内での放電も偏りのない均一なものとなり、レーザ出力の増大および安定化を実現することができるのである。

【0020】上記のような流速分布の均一化およびそれに伴うレーザ出力の増大についてより高い効果を得るために、上記流速調節手段30の隔壁体30Bの開口30hの内径Dbと上記循環管3の内径Daとを種々変更し、両者の比（ Db/Da ）と得られるレーザ出力との相関関係を調べた。その結果を図4に示す。この図4のグラフにおいて、流速調節手段30の隔壁体30Bの開口30hの内径Dbと上記循環管3の内径Daが $Db=Da$ の場合は、流速調節手段30が設けられていない従来例に相当し、本発明により大幅なレーザ出力の増大が達成されたことが分かる。また、図4のグラフから、流速調節手段30の隔壁体30Bの開口30hの内径Dbと上記循環管3の内径Daが、 $0.5 < Db/Da < 0.7$ の範囲にある場合には、レーザ出力の増大効果が際立って高いことが分かった。

【0021】すなわち、 Db/Da が0.7以上となると、循環管3の内径Daに対して、流速調節手段30の開口30hの内径Dbが大き過ぎ、管中央付近の流速を早める効果が薄くなり、レーザガス流速の半径方向における分布の均一性がその分だけ低くなり、放電の十分な均一化が実現できず、レーザ出力の増大効果がそれだけ低くなる。一方、 Db/Da が0.5以下になると、循環管3の内径Daに対して、流速調節手段30の開口30hの内径Dbが小さ過ぎ、管中央付近の流速が速くなり過ぎてしまい、やはりレーザガス流速の半径方向における分布の均一性が低くなり、放電の十分な均一化が実現できず、レーザ出力の増大効果がそれだけ低くな

る。従って、 Db/Da の値は0.5~0.7が最適範囲である。

【0022】尚、本発明は、以上の実施態様に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良あるいは設計上の変更等を加えることができるのは勿論のことである。

【0023】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本願の請求項1に係る発明によれば、レーザガスの流路の一部を構成する放電管内で放電を生じせしめることによってレーザガスの励起を行うようにしたガスレーザ発振装置において、上記放電管の直上流側またはその近傍においてレーザガスに放電管の長手軸を中心にした旋回方向の運動力を与える旋回流形成手段が設けられるとともに、該旋回流形成手段の上流側に、上記放電管の軸芯近傍の所定範囲におけるレーザガスの流速を高める流速調節手段が設けられているので、上記放電管内のレーザガス流速の半径方向における分布について、流速調節手段で与えられる流速分布と旋回流形成手段で与えられる流速分布と打ち消し合って結果的にバランスがとれ、管中央より管壁に至るまで、極めて高精度で均一な流速分布が得られる。この結果、放電管内での放電も偏りのない均一なものとなり、レーザ出力の増大および安定化を実現することができる。

【0024】また、本願の請求項2に係る発明によれば、基本的には上記請求項1に係る発明と同様の効果を奏することができる。特に、上記流速調節手段は、具体的には、中央部に所定内径の開口を有し、上記旋回流形成手段の上流側で循環管体の流路を仕切る隔壁体で構成されているので、中央部に開口を有する隔壁体を旋回流形成手段の上流側に設けるだけの比較的簡単な構成で、上記流速調節手段を設けることができる。

【0025】更に、本願の請求項3に係る発明によれば、基本的には上記請求項2に係る発明と同様の効果を奏することができる。特に、隔壁体が設けられる循環管体の内径 Da と上記隔壁体の開口の内径 Db とが、 $0.5 < Db/Da < 0.7$ の関係を満たすことにより、レーザ出力の増大を図るに際して特に著しい効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態に係るガスレーザ発振装置の全

体構成を概略的に示す説明図である。

【図2】 上記ガスレーザ発振装置の旋回流形成手段および流速調節手段ならびに放電管内の流速分布状態を示す説明図である。

【図3】 上記ガスレーザ発振装置の旋回流形成手段および流速調節手段ならびに放電管内の放電状態を示す説明図である。

【図4】 上記流速調節手段の隔壁体開口の内径 Db と循環管体の内径 Da の比 Db/Da とレーザ出力との相関関係を示す図である。

【図5】 従来例1に係るガスレーザ発振装置の全体構成を概略的に示す説明図である。

【図6】 上記従来例1に係るガスレーザ発振装置の放電管内の流速分布状態を示す説明図である。

【図7】 上記従来例1に係るガスレーザ発振装置の放電管内の放電状態を示す説明図である。

【図8】 従来例2に係るガスレーザ発振装置の旋回流形成手段および放電管内の流速分布状態を示す説明図である。

【図9】 上記従来例2に係るガスレーザ発振装置の放電管内の放電状態を示す説明図である。

【図10】 上記従来例2に係る旋回流形成手段の作用を示す説明図である。

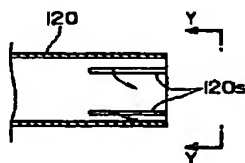
【図11】 上記従来例2に係る旋回流形成手段の構造を示す縦断面説明図である。

【図12】 上記従来例2に係る旋回流形成手段の図11におけるY-Y方向からの矢視図である。

【符号の説明】

- 1…ガスレーザ発振装置
- 2…放電管
- 3…循環管体
- 3i…レーザガス導入部
- 5…送風機
- 20…旋回流形成手段
- 30…流速調節手段
- 30B…隔壁体
- 30h…隔壁体の開口
- Da…循環管体の内径
- Db…隔壁体の開口の内径
- Fg…レーザガス

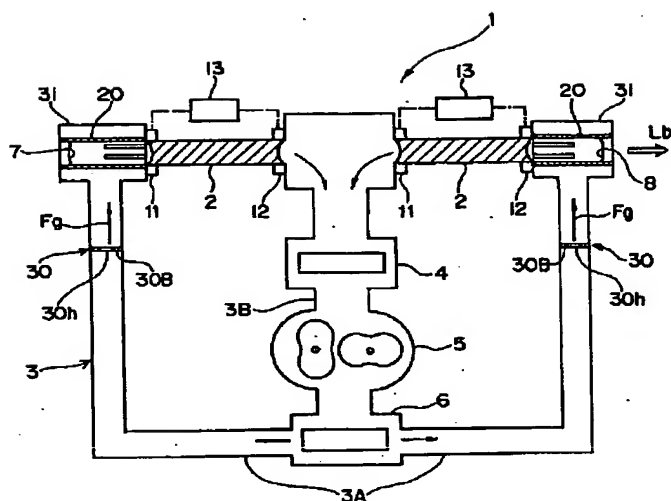
【図11】



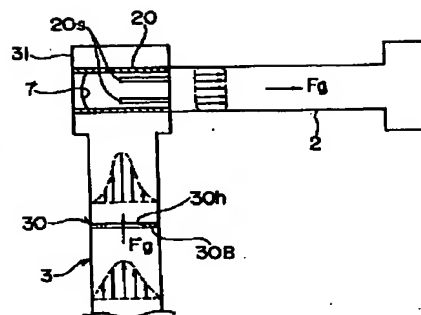
【図12】



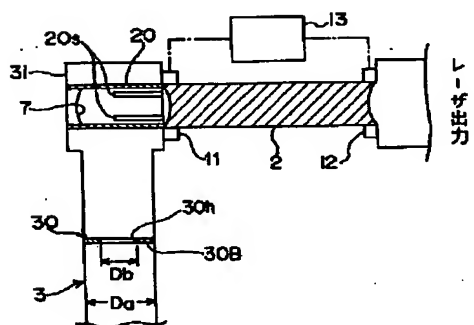
【図1】



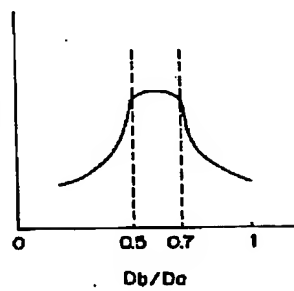
【図2】



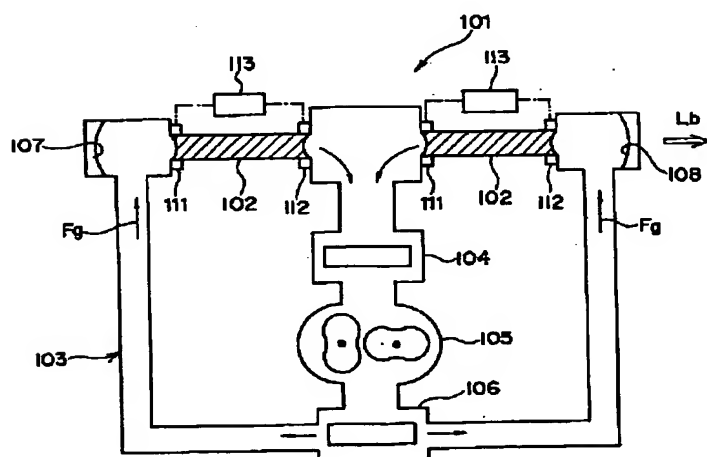
【図3】



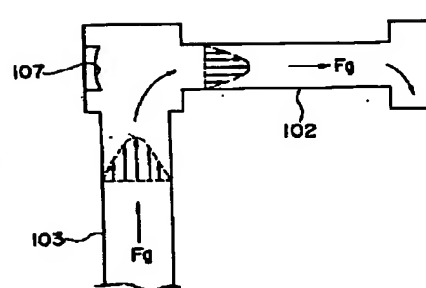
【図4】



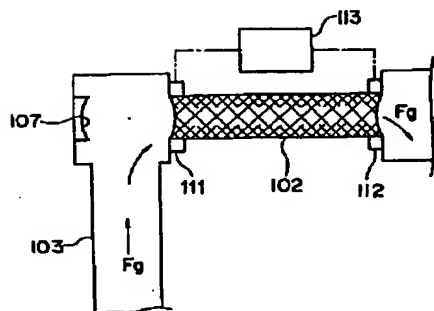
【図5】



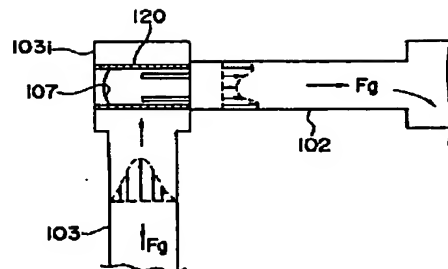
【図6】



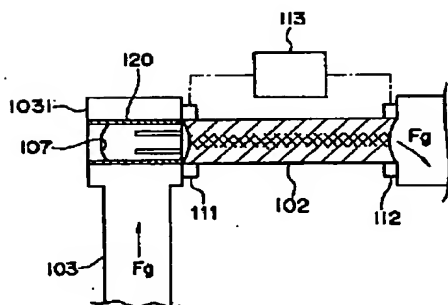
【図7】



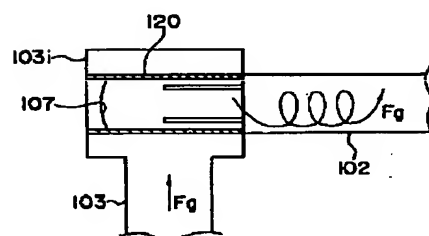
【図8】



【図9】



【図10】



THIS PAGE BLANK (USPTO)